

1) правильное и своевременное проведение рубок ухода дает возможность формировать высокопродуктивные древостои с выходом деловой древесины в 1,5–2 раза превосходящей выход деловой древесины при неправильном проведении рубок ухода, либо при отсутствии рубок ухода;

2) использование имитационного моделирования позволяет эффективно проектировать программы формирования еловых древостоев с максимальной полезностью лесопользования, прогнозировать получение выхода деловой древесины, а также ориентировать ведение лесного хозяйства на получение определенного вида сортиментов в зависимости от рынков сбыта.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Нормативные материалы для таксации леса Белорусской ССР: утв. Гослесхозом СССР 17.06.1982 – М.: ЦБНТИ, 1984. – 306с.

2. Правила рубок в лесах Республики Беларусь: РД РБ 02080.019 – 2004: утв. МЛХ Респ. Беларусь 26.12.2004.– Минск, 2004. – 93 с.

УДК 630\*432:630\*587

Студ. А.И. Тарасюк, И.В. Ярош, Д.А. Мишук  
Науч. рук. ст. преп. Н.Я. Сидельник  
(кафедра лесоустройства БГТУ)

#### **ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ЛЕСНОГО ФОНДА ФИЛИАЛА УО БГТУ «НЕГОРЕЛЬСКИЙ УЧЕБНО-ОПЫТНЫЙ ЛЕСХОЗ» ПО ДАННЫМ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ**

В Республике Беларусь одной из наиболее актуальных проблем для лесного хозяйства является охрана лесов от пожаров. Лесные насаждения на территории Беларуси отличаются высокой пожароопасностью, более 70 % из них отнесены к наиболее высоким (I–III) классам природной пожарной опасности. Высокая природная пожарная опасность лесов обусловлена преобладанием в их составе хвойных насаждений, среди которых около 21 % составляют крайне пожароопасные хвойные молодняки [1].

В настоящее время противопожарное обустройство лесов Беларуси осуществляется в соответствии с СТБ 1582–2005 «Устойчивое лесопользование и лесопользование. Требования к мероприятиям по охране леса» и ТКП 193–2009 «Правила противопожарного обустройства лесов Республики Беларусь», в которых предусмотрено создание в лесном фонде пожароустойчивых насаждений. В настоящее время мониторинг и прогнозирование лесных пожаров осуществляется в со-

ответствии с СТБ1408–2003 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров» на основании шкалы загораемости лесов Н.А. Диченкова, позволяющей определить класс пожарной опасности лесов по условиям погоды [1].

Определение класса пожарной опасности лесов по условиям погоды для учреждений лесного хозяйства Республики Беларусь производится Гидрометеоцентром на основании полученных данных со всех имеющихся в республике метеостанций. Представленные сведения являются основой для лесохозяйственных предприятий по принятию необходимых мер по предупреждению возможности возникновения и распространения пожаров и планирования противопожарных мероприятий [1].

Условия, влияющие на возникновение и поведение пожара, можно подразделить на три основные группы: лесорастительные (постоянные), метеорологические (переменные), а также дополнительные (грозовая активность и антропогенная нагрузка). Природно-климатические условия являются наиболее изменчивым фактором, оказывающим большое влияние на пожарную опасность лесов [1, 2]. В связи с этим использование данных космической съемки для определения или уточнения вероятности возникновения лесных пожаров, особенно в засушливый период, очень актуально. Спутниковые снимки периодичны, что позволяет динамически определять класс пожарной опасности для каждого выдела.

Подход, основанный на спутниковых данных, наиболее часто использует так называемые «индексные» изображения для своей работы со спектральной информацией. На основе комбинации значений яркости в определенных каналах, информативных, для выделения исследуемого объекта, и расчета по этим значениям «спектрального индекса» объекта строится изображение, соответствующее значению индекса в каждом пикселе, что и позволяет выделить исследуемый объект или оценить его состояние. Спектральные индексы, используемые для изучения и оценки состояния растительности, получили общепринятое название вегетационных индексов. В настоящее время существует более 160 вариантов вегетационных индексов. Они подбираются экспериментально (эмпирическим путем), исходя из известных особенностей кривых спектральной отражательной способности растительности и почв [2, 3].

Для расчета вегетационных индексов используют данные космической съемки Landsat 8, содержащие различные диапазоны, главными из которых являются красный, синий, зеленый, инфракрасные каналы (ближний и ближний коротковолновый) и тепловые каналы.

При оценке пожарной опасности лесов на основании данных космической съемки (по исследованиям кафедры лесоустройства [2]) определяются ключевые вегетационные индексы, связанные с растительностью, влажностью и температурой. Для оценки пожарной опасности использовалась геоинформационная система с рядом дополнительных программных модулей, а в качестве исходных данных – космический снимок системы Landsat 8 (19.06.2017 г.) и данные лесоустройства.

Методика оценки лесной пожарной опасности на основе использования материалов космической съемки [2] включает проведение следующих этапов:

1. Получение снимка с сайта <https://libra.developmentseed.org>.
2. С использованием векторного слоя кварталов выполнено извлечение (обрезка) снимка по границам лесхоза.
3. Атмосферная коррекция каналов и расчет поверхностной температуры.
4. Расчет вегетационных индексов [2, 3]:
  - EVI – оценка общего количества биомассы и ее состояние;
  - NDWI – оценка влажности лесных горючих материалов;
  - DMCI – оценка сухости растительного покрова;
  - TVDI – комплексная оценка температуры и влажности поверхности;
  - PSRI – оценка общего количества сухих и отмерших растений.
5. Обработка полученных данных и определение классов пожарной опасности. Выполнен расчет средних значений полученных индексов для каждого выдела. Атрибутивные таблицы средних значений индексов для каждого выдела были эскортированы и сохранены для создания общей атрибутивной таблицы индексов. Атрибутивная повыделная база данных лесхоза и рассчитанная база данных индексов были объединены по ключевому полю с использованием ГИС-технологий.

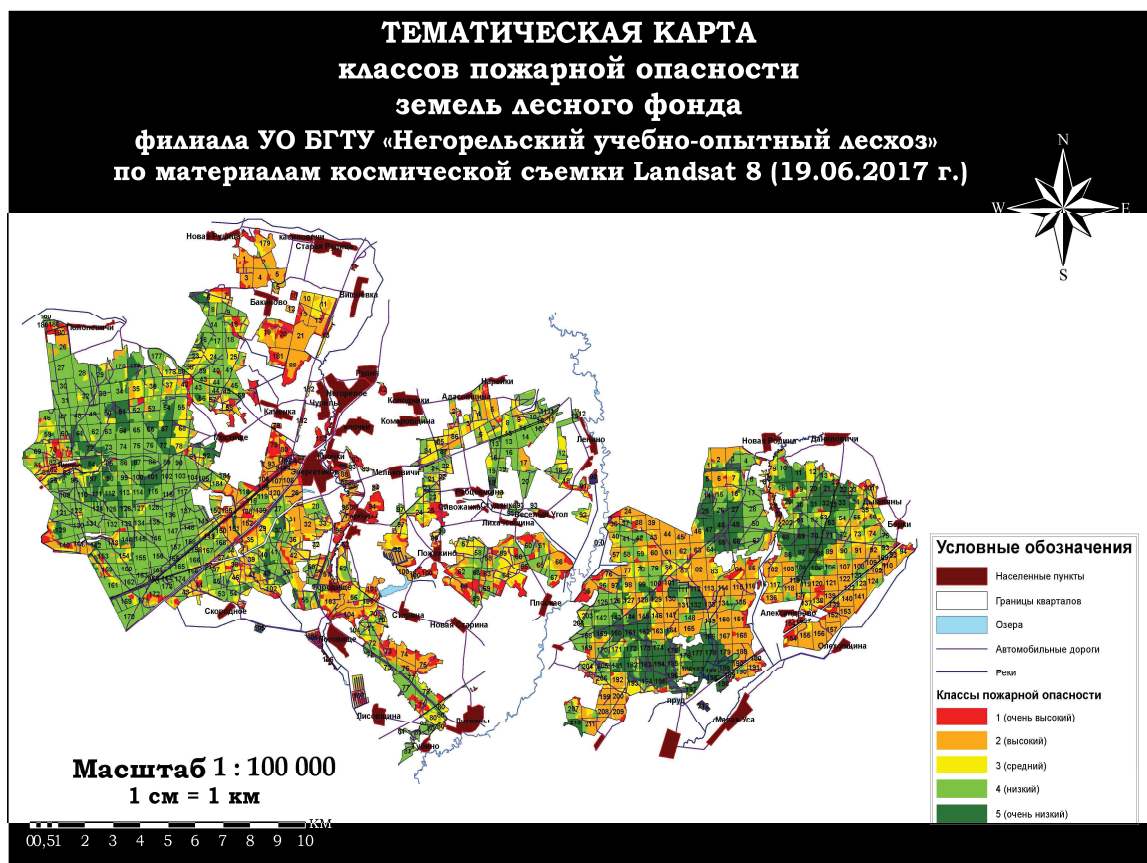
В результате полечена общая векторная и атрибутивная база лесхоза, в которой для каждого индекса указано значения индексов. Объединение таблиц атрибутивных данных выполняется с целью представления значений всех необходимых для определения пожарной опасности индексов в атрибутивной таблице данных лесхоза.

Средние значения индексов (EVI, NDWI, DMCI, PSRI, TVDI) были рассчитаны и для всего лесхоза. После производилось сравнение полученных результатов с индексом каждого конкретного выдела. Тому значению, которое будет выше среднего для всего лесхоза, присваивается «1», а которые меньше – «0», эти значения записываются в соответствующее поле строки атрибутивной таблицы данных для

этого объекта. Для индекса NDWI зависимость от среднего обратная (т.к. чем меньше значение индекса, тем меньше влаги в растениях).

Таким образом, в атрибутивной таблице создаются три дополнительных поля для индексов EVI, NDWI, DMCI, PSRI, TVDI в которых содержатся цифры «1» и «0». После этого определяется сумма нулей и единиц, полученное значение заносится в отдельное поле атрибутивной таблицы, строку, соответствующую объекту. На основании полученного суммарного значения отклонений определяется фактический класс пожарной опасности [2].

Конечным информационным продуктом является векторный полигональный слой классов пожарной опасности для каждого лесного выдела, содержащий в атрибутивной таблице таксационную характеристику насаждений и классы пожарной опасности, что позволит в дальнейшем проектировать противопожарные мероприятия для целей лесного хозяйства (рисунок).



**Рисунок – Тематическая карта классов пожарной опасности территории филиала УО БГТУ «Негорельский учебно-опытный лесхоз» на основании спектральных индексов по материалам космической съемки Landsat 8**

Таким образом, определение лесной пожарной опасности по данным космической съемки позволяет интегрировано учитывать метеорологические факторы и характеристики лесных насаждений и создавать поведельные (поквартальные) карты пожарной опасности лесных территорий.

Совместное использование данного подхода определения лесной пожарной опасности с существующей методикой может вывести оценку и прогнозирование пожарной опасности лесов на новый качественный уровень.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Усеня, В.В. Лесная пирология: учеб. Пособие / В.В. Усеня, Е.Н. Каткова, С.В. Ульдинович / М-во лесного хоз-ва Респ. Беларусь, ГГУ им. Ф. Скорины, Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2011. – 264 с.
2. Пушкин А.А., Сидельник Н.Я., Ковалевский С.В. Использование материалов космической съемки для оценки пожарной опасности в лесах // Труды БГТУ. 2015 № 1 (174): Лесное хоз-во. С. 36–40.
3. Черепанов А. С., Дружинина Е. Г. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы. Геоматика. 2009. № 3. С. 28–32.

УДК 630\*432:630\*587

Студ. А.С. Невмержицкая, Е.А. Акимова, Ю.О. Касянчук  
Науч. рук. ст. преп. Н. Я. Сидельник  
(кафедра лесоустройства БГТУ)

### **ОЦЕНКА ИНДЕКСНОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ЛЕСНОГО ФОНДА ГЛХУ «ГАНЦЕВИЧСКИЙ ЛЕСХОЗ» ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ**

Проблема прогноза степени пожарной опасности лесов в Республике Беларусь в настоящее время приобретает особую актуальность в связи с постоянно увеличивающимся антропогенным воздействием на леса с одной стороны, и участвовавшими засухами – с другой. Распределение территории Гослесфонда по классам природной пожарной опасности выполняется в процессе базового лесоустройства на основании, главным образом, типов леса, возраста лесных насаждений и близости к объектам местной инфраструктуры: дорогам, населенным пунктам предприятиям. Кроме того, в пожароопасные периоды устанавливается класс пожарной опасности по условиям погоды [1, 2].